



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0076233  
(43) 공개일자 2020년06월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 21/67 (2006.01) H01L 21/52 (2006.01)  
H01L 21/677 (2006.01) H01L 25/075 (2006.01)  
H01L 33/00 (2010.01)

(52) CPC특허분류

H01L 21/67144 (2013.01)  
H01L 21/30604 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0165127

(22) 출원일자 2018년12월19일  
심사청구일자 2018년12월19일

(71) 출원인

한국광기술원

광주광역시 북구 첨단벤처로108번길 9 (월출동)

(72) 발명자

정탁

광주광역시 광산구 신창로161번길 34 신창3차부영  
사랑으로아파트 307동 1504

오화섭

광주광역시 광산구 첨단중앙로68번길 22 부영아파트  
205동 902호

박준범

광주광역시 북구 설죽로 192-12(용봉동) 미래하우스  
206호

(74) 대리인

특허법인이상

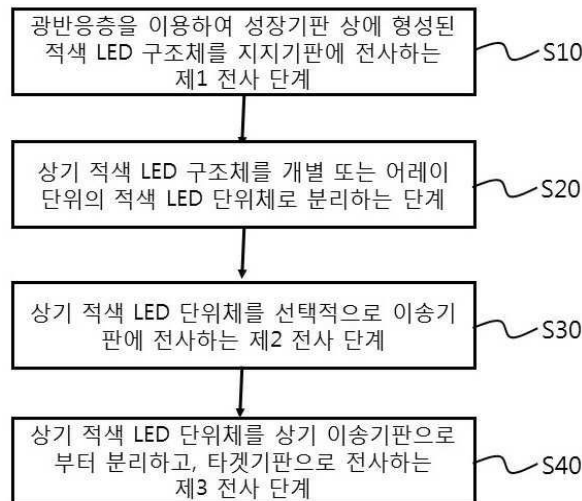
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 적색 마이크로 LED 전사 방법

(57) 요약

본 발명은 적색 LED 전사 방법에 관한 것으로, 적색 LED 전사방법은 광반응층을 이용하여 성장기판 상에 형성된 적색 LED 구조체를 지지기판에 전사하는 제1 전사 단계, 상기 적색 LED 구조체를 개별 또는 어레이 단위의 적색 LED 단위체로 분리하는 단계, 상기 적색 LED 단위체를 선택적으로 이송기판에 전사하는 제2 전사 단계 및 상기 적색 LED 단위체를 상기 이송기판으로부터 분리하고, 타겟기판으로 전사하는 제3 전사 단계를 포함하는 것일 수 있다. 이에 따라, 마이크로 적색 LED 칩을 선택적으로 분리하여 경제적이고 단순화된 공정을 통해 고 정밀도로 전사할 수 있는 방법을 제공할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

*H01L 21/52* (2013.01)  
*H01L 21/67092* (2013.01)  
*H01L 21/67121* (2013.01)  
*H01L 21/67712* (2013.01)  
*H01L 21/67721* (2013.01)  
*H01L 25/0753* (2013.01)  
*H01L 33/00* (2020.05)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10070201  
 부처명 산업통상자원부  
 연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원  
 연구사업명 산업기술혁신사업  
 연구과제명 마이크로LED 응용 VGA급 스마트 헤드램프 개발  
 기 여 율 1/2  
 주관기관 한국광기술원  
 연구기간 2016.11.01 ~ 2020.10.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2018-0-01051  
 부처명 과학기술정보통신부  
 연구관리전문기관 정보통신기술진흥원  
 연구사업명 ICT R&D 바우처 지원  
 연구과제명 나노포러스 전사헤드 톨을 이용한 마이크로LED 전사기술 개발  
 기 여 율 1/2  
 주관기관 한국광기술원  
 연구기간 2018.06.01 ~ 2019.05.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

광반응층을 이용하여 성장기판 상에 형성된 적색 LED 구조체를 지지기판에 전사하는 제1 전사 단계;

상기 적색 LED 구조체를 개별 또는 어레이 단위의 적색 LED 단위체로 분리하는 단계;

상기 적색 LED 단위체를 선택적으로 이송기판에 전사하는 제2 전사 단계; 및

상기 적색 LED 단위체를 상기 이송기판으로부터 분리하고, 타겟기판으로 전사하는 제3 전사 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 적색 LED 전사 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 전사 단계에서 상기 성장기판은 분리되고,

상기 지지기판은 지지기판 본체와 광반응층을 포함하는 것으로, 상기 적색 LED 구조체의 최상층과 상기 지지기판 본체 사이에 상기 광반응층이 배치되어, 상기 지지기판에는 상기 적색 LED 구조체가 접합되는 것을 특징으로 하는 적색 LED 전사 방법.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 성장기판은 갈륨비소(GaAs)로 이루어지며, 습식 식각(Wet Etching)을 이용함으로써 적색 LED 구조체로부터 분리되는 것을 특징으로 하는 적색 LED 전사 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 적색 LED 구조체는,

상기 성장기판 상에 형성된 제1 반도체층;

상기 제1 반도체층 상에 형성된 활성층; 및

상기 활성층 상에 형성된 제2 반도체층을 포함하고,

상기 지지기판에는 상기 제2 반도체층이 최근접하여 접합되는 것을 특징으로 하는 적색 LED 전사 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 적색 LED 단위체로 분리하는 단계 이후에 상기 적색 LED 단위체의 정상 동작 여부를 확인하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 적색 LED 전사 방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제2 전사 단계는 선택된 적색 LED 단위체 상의 상기 광반응층에 선택적으로 광을 조사하여 상기 선택된 적색 LED 단위체와의 접착력을 제거하는 것을 특징으로 하는 적색 LED 전사 방법.

#### 청구항 7

제6항에 있어서, 상기 지지기판은 지지기판 본체 및 상기 광반응층을 포함하며, 상기 지지기판 본체는 상기 광

반응층에 광을 조사하기 위해 투광성을 가지는 것을 특징으로 하는 적색 LED 전사 방법.

## 청구항 8

제6항에 있어서,

상기 제2 전사 단계는 상기 이송기판 상에 접착층을 형성하고, 상기 접착층에 상기 적색 LED 단위체를 선택적으로 전사하는 것을 특징으로 하는 적색 LED 전사 방법.

## 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 접착층은 PDMA, PI, PET, PO, PDMS, PU, 실리콘계의 접착제 또는 아크릴계의 접착제를 포함하는 것을 특징으로 하는 적색 LED 전사 방법.

## 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 접착층과 상기 선택된 적색 LED 단위체 사이의 접착력은 상기 선택된 적색 LED 단위체와 광이 조사된 상기 광반응층 사이의 접착력보다 큰 것을 특징으로 하는 적색 LED 전사 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 박막형의 적색 LED 전사 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 100  $\mu\text{m}$  이내의 크기를 갖는 적색 마이크로 LED를 다량으로 전사하는 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] LED는 전기 에너지를 이용하여 빛 에너지로 전환하여, 발광할 수 있는 소자이다. LED 소자 내부로 전압이 인가 되면, p형 반도체와 n형 반도체의 p-n 접합의 계면에서 전자와 정공이 서로 반대방향으로 이동하게 되고, 활성층인 양자우물에서 전자와 정공이 재결합을 함에 따라, 여기 에너지가 광자 에너지로 전환되어 빛이 형성된다. LED에서 방출되는 빛의 파장은 활성층의 밴드갭(band-gap)에 의해서 결정되며, 활성층을 이루는 반도체의 조성비를 조절함으로써 다양한 색상 구현이 가능하다.

[0003] LED는 방출하는 빛의 파장에 따라 다양한 컬러를 구현할 수 있다. 녹색 또는 청색광을 발광하는 LED는 InGaN을 발광층의 재료로 채용할 수 있으며, 이 때, In의 비율이 높을수록 밴드갭이 작아져, LED는 녹색을 발광할 수 있게 된다. 그러나, In의 비율이 높을수록, 단결정 형성이 어려운 문제점이 발생할 수 있다. 이에 따라, 적색을 발광하는 LED는 활성층에 포함되는 물질을 달리하여, InGaP이나 AlInGaP을 활성층의 재료로 선택할 수 있게 된다.

[0004] 한편, LED 중에서도, 일반적으로 수  $\mu\text{m}$  내지 수십  $\mu\text{m}$  사이즈로 제작되는 LED를 마이크로 LED로 정의한다. 마이크로 LED는 작은 사이즈로 개별적인 화소로 기능할 수 있으며, 마이크로 LED들을 디스플레이용 기판에 배치하여 디스플레이를 구현할 수 있다. 디스플레이의 구현을 위해 마이크로 LED들을 사용하고자 하는 경우, 기판 상에 제작된 LED 칩들을 개별적으로 선택하고, 선택된 LED 칩들을 원하는 위치에 재배치할 필요가 있다.

[0005] LED를 개별 또는 어레이 단위로 기판에 이송하는 일련의 행위는 전사(transfer)라고 한다. 종래에, 기존의 수백  $\mu\text{m}$  내지 수 mm 수준으로 제작되는 LED는 개별 칩을 이송하는 방법으로 Pick & Place 장비를 활용하여 패키징 공정에 적용할 수 있었다. 그러나, 마이크로 LED는 크기가 매우 작고, 전사 과정에서 정확한 위치에 배치될 필요가 있으므로, 고 정밀도로 다량의 칩들을 이송하는 기술이 필요하게 된다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0006] 따라서, 본 발명은 상기의 과제를 해결하기 위하여, 전사하고자 하는 마이크로 LED 칩만을 선택적으로 분리하여

타겟기판에 전사하는 방법을 제공하고자 한다.

### 과제의 해결 수단

- [0007] 상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 측면은 적색 LED 전사방법을 제공한다.
- [0008] 상기 적색 LED 전사방법은 광반응층을 이용하여 성장기판 상에 형성된 적색 LED 구조체를 지지기판에 전사하는 제1 전사 단계, 상기 적색 LED 구조체를 개별 또는 어레이 단위의 적색 LED 단위체로 분리하는 단계, 상기 적색 LED 단위체를 선택적으로 이송기판에 전사하는 제2 전사 단계 및 상기 적색 LED 단위체를 상기 이송기판으로부터 분리하고, 타겟기판으로 전사하는 제3 전사 단계를 포함하는 것일 수 있다.
- [0009] 상기 제1 전사 단계에서 상기 성장기판은 분리되고, 상기 지지기판은 지지기판 본체와 광반응층을 포함하는 것으로, 상기 적색 LED 구조체의 최상층과 상기 지지기판 본체 사이에 상기 광반응층이 배치되어, 상기 지지기판에는 상기 적색 LED 구조체가 접합되는 것일 수 있다.
- [0010] 상기 성장기판은 갈륨비소(GaAs)로 이루어지며, 습식 식각(Wet Etching)을 이용함으로써 적색 LED 구조체로부터 분리되는 것일 수 있다.
- [0011] 상기 적색 LED 구조체는, 상기 성장기판 상에 형성된 제1 반도체층, 상기 제1 반도체층 상에 형성된 활성층 및 상기 활성층 상에 형성된 제2 반도체층을 포함하고, 상기 지지기판에는 상기 제2 반도체층이 최근접하여 접합되는 것일 수 있다.
- [0012] 상기 적색 LED 단위체로 분리하는 단계 이후에 상기 적색 LED 단위체의 정상 동작 여부를 확인하는 단계를 더 포함하는 것일 수 있다.
- [0013] 상기 제2 전사 단계는 선택된 적색 LED 단위체 상의 상기 광반응층에 선택적으로 광을 조사하여 상기 선택된 적색 LED 단위체와의 접착력을 제거하는 것일 수 있다.
- [0014] 상기 지지기판은 지지기판 본체 및 상기 광반응층을 포함하며, 상기 지지기판 본체는 상기 광반응층에 광을 조사하기 위해 투광성을 가지는 것일 수 있다.
- [0015] 상기 제2 전사 단계는 상기 이송기판 상에 접착층을 형성하고, 상기 접착층에 상기 적색 LED 단위체를 선택적으로 전사하는 것일 수 있다.
- [0016] 상기 접착층은 PDMA, PI, PET, PO, PDMS, PU, 실리콘계의 접착제 또는 아크릴계의 접착제를 포함하는 것일 수 있다.
- [0017] 상기 접착층과 상기 선택된 적색 LED 단위체 사이의 접착력은 상기 선택된 적색 LED 단위체와 광이 조사된 상기 광반응층 사이의 접착력보다 큰 것일 수 있다.

### 발명의 효과

- [0018] 본 발명은 마이크로 LED 칩을 선택적으로 분리하여 경제적이고 단순화된 공정을 통해 고 정밀도로 전사할 수 있는 방법을 제공할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 적색 LED 구조체를 나타낸 단면도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 적색 LED 전사 방법을 나타낸 흐름도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 적색 LED 전사 과정을 나타낸 것이다.
- 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 적색 LED 전사 과정을 나타낸 것이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하, 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 보다 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명은 여기서 설명되는 실시예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다.
- [0021] 명세서의 설명에 있어서, “상에” 또는 “아래에” 형성되는 것으로 기재되는 경우에 있어서, 이는 직접

(directly) 또는 다른 층을 개재하여(indirectly) 형성되는 것을 모두 포함할 수 있다.

[0022] 또한, 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타내며, 본 발명의 실시예를 설명하는 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다.

[0024] 실시예

[0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 적색 LED 구조체(200A)를 나타낸 단면도이다.

[0026] 도 1을 참조하면, 적색 LED 구조체(200A)는 에피택셜(epitaxial) 성장에 의해 p-n 접합 구조를 갖도록 형성되는 것으로, 성장기판(100) 상에 제1 반도체층(210), 활성층(220) 및 제2 반도체층(230)이 순차적으로 적층되는 단결정 에피택셜층일 수 있다. 바람직하게는, 제1 반도체층(210)은 n형 반도체층이고, 제2 반도체층(230)은 p형 반도체층일 수 있다. 또한, 필요에 따라, 제1 반도체층(210)이 p형 반도체층이고, 제2 반도체층(230)이 n형 반도체층으로 구성될 수도 있다.

[0027] 상기 각 층의 형성 박막 증착 공정으로, 물리 기상 증착(Physical Vapor Deposition, PVD) 또는 화학 기상 증착(Chemical Vapor Deposition, CVD) 방법을 이용할 수 있다. 특히, 각 층은 유기 금속 화학 증착법(Metal Organic Chemical Deposition, MOCVD)에 의해 형성됨이 바람직하다.

[0028] 적색 LED 구조체(200A)를 형성함에 있어서, 성장기판(100)은 GaAs의 재료를 포함할 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 성장기판(100)과 제1 반도체층(210) 사이에 필요에 따라 버퍼층(미도시)을 형성할 수 있다. 버퍼층의 재료는 InGaP, AlInGaP 또는 AlInP일 수 있으며, 이에 한정되는 것이 아니며, 성장기판(100)을 구성하는 물질에 따라 선택될 수 있다. 성장기판(100)과 제1 반도체층 간 격자 상수의 차이가 존재할 수 있으므로, 적색 LED 단위체(200)는 버퍼층을 더 포함함으로써, 버퍼층이 성장기판(100)과 제1 반도체층(210)의 격자 상수 차이를 해소하는 역할을 수행할 수 있다.

[0029] n형 또는 p형 반도체층(210 또는 230)을 이루는 반도체층은 반도체 화합물, 예컨대 3족-5족, 2족-6족 등의 화합물 반도체로 구현될 수 있으며, 단층 또는 다층으로 형성될 수 있다. 상기 반도체층은  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{P}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $0 \leq x+y \leq 1$ )의 조성식을 갖는 반도체 물질을 포함할 수 있다.

[0030] 또한, n형 반도체층은 상기의 반도체층에 n형 도판트를 주입한 것으로, n형 도판트는 Si, Ge, Sn, Se 또는 Te 등을 포함할 수 있으며, 재료는 이에 한정되지 않는다. p형 반도체층은 상기의 반도체층에 p형 도판트를 주입한 것으로, p형 도판트는 Mg, Ca, Sr, Ba 또는 Zn 등을 포함할 수 있으며, 재료는 이에 한정되지 않는다.

[0031] 활성층(220)은 단일 양자 우물, 다중 양자 우물(MQW), 양자선(quantum wire) 또는 양자점(quantum dot) 구조를 선택적으로 포함할 수 있다. 상기 우물 구조인 경우, 우물층과 장벽층으로 구성될 수 있으며, 우물층은 장벽층의 밴드 갭 보다 낮은 밴드 갭을 갖는 물질로 형성될 수 있다. 더욱 자세하게는, 우물층으로 InGaP 또는 AlInGaP이 사용되고, 장벽층으로 AlInGaP을 포함하는 물질로 채울 수 있으며, 우물층 내에서 Al 조성의 비율을 조절함으로써 적색 LED 단위체(200)가 발광하는 파장의 범위를 결정할 수 있다. 이에 따라, 적색 LED 소자는 600nm 내지 660nm 범위 내의 특정 파장을 가진 광을 방출하여 발광할 수 있다.

[0033] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 적색 LED 전사 방법을 나타낸 흐름도이며, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 적색 LED 전사 과정을 나타낸 것이다.

[0034] 도 2, 도 3a 및 도 3b를 참조하면, 광반응층(320)을 이용하여 성장기판(100) 상에 형성된 상기 적색 LED 구조체(200A)를 지지기판(300)에 전사하는 제1 전사 단계를 포함할 수 있다(S10). 구체적으로, 적색 LED 구조체(200A)는 지지기판(300) 상에 접합된 후, 적색 LED 구조체(200A)로부터 성장기판(100)이 분리되는 것일 수 있다.

[0035] 상기 적색 LED 구조체(200A)와 지지기판(300)의 접착력을 증가시키기 위하여, 일정한 크기의 압력과 온도를 가하여 접합시킬 수 있다. 일 예로서, 1 bar 및 200℃에서 부착시킬 수 있다.

[0036] 상기 접합 과정을 통해서, 성장기판(100) 상에서 적색 LED 구조체(200A)의 최상층인 제2 반도체층(230)과 지지기판 본체(310) 사이에 광반응층(320)이 배치되어, 지지기판(300)에는 상기 적색 LED 구조체(200A)의 제2 반도체층(230)이 최근접하여 접합되는 것일 수 있다.

- [0037] 적색 LED 구조체(200A)로부터 성장기판(100)의 분리 공정의 경우, 리프트 오프 또는 식각 공정 등 박막을 분리하기 위하여 통상적으로 이용될 수 있는 공정을 채용할 수 있으며, 공정은 성장기판(100)을 이루는 재료에 따라 적절하게 선택될 수 있다. 구체적으로, 식각 공정은 건식 식각(Dry Etching) 또는 습식 식각(Wet Etching)을 이용할 수 있다.
- [0038] 일 예로서, 성장기판(100)이 갈륨비소(GaAs)로 이루어지는 경우, 황산( $H_2SO_4$ )과 과산화수소( $H_2O_2$ )의 혼합 용액, 수산화나트륨(NaOH)과 과산화수소( $H_2O_2$ )의 혼합 용액, 구연산( $C_6H_8O_7$ )과 과산화수소( $H_2O_2$ ), 수산화 암모늄( $NH_4OH$ )과 과산화수소( $H_2O_2$ ) 등의 식각 용액에 적색 LED 구조체(200A)를 침지시켜, 목표하는 박막인 성장기판(100)을 부식 및 용해시켜 분리시킬 수 있다. 습식 식각을 이용하는 경우, 빠른 속도로 수행될 수 있으며, 경제적이고 간단한 공정만으로 성장기판(100)을 제거할 수 있는 장점이 있다.
- [0039] 제1 전사 단계에서 적색 LED를 전사시키고자 하는 기판인 지지기판(300)은 적색 LED 구조체(200A)와 분리될 수 있는 구성으로, 지지기판(300) 상에 적층된 적색 LED 구조체(200A)가 개별 칩으로 분리된 후에, 광에 의해 지지기판 본체(310)와의 접착력이 약해짐에 따라 용이하게 분리될 수 있다. 또한, 지지기판(300) 하에서, 상기 적색 LED 구조체(200A)가 개별 칩으로 분리된 것인 적색 LED 단위체(200B)로부터 성장기판(100)을 분리시킴으로써, 적색 LED 단위체(200B)의 휨 발생이 방지될 수 있으며, 적색 LED 단위체(200B)가 견고하게 지지될 수 있다. 이에 따라, 적색 LED의 수율이 개선될 수 있다.
- [0040] 상기 지지기판(300)은 지지기판 본체(310)와 광반응층(320)을 포함하는 것일 수 있다.
- [0041] 지지기판 본체(310)는 광반응층에 광을 조사하기 위해 투광성을 가지는 재료를 이용할 수 있다. 또한, 지지기판 본체는 리지드(rigid)한 재질을 가짐으로써, 적색 LED 단위체(200B)가 휘는 현상을 방지할 수 있다. 일 예로서, 지지기판 본체(310)의 재료는 유리, 퀴츠(quartz) 또는 사파이어 기판일 수 있으며, 지지기판 본체(310)의 재료는 이에 한정되는 것이 아니다.
- [0042] 광반응층(320)은 일정 파장 범위의 광에 반응하여 지지기판(300)의 접착력이 감소되는 반응체를 구비하는 접착 물질을 포함할 수 있다. 일 예로서, 접착 물질로서 광반응성 포토레지스트(photoresist; PR), 벤조사이클로부텐(benzocyclobutene; BCB), 폴리이미드계, 아크릴계 접착 물질 또는 폴리우레탄계 접착 물질을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 광반응층(320)의 두께는 0.5 내지  $5\mu m$ 일 수 있다.
- [0043] 상기 과정을 통해 지지기판 본체(310) 상에는 광반응층(320), 제2 반도체층(230), 활성층(220) 및 제1 반도체층(210)이 순차적으로 형성된 구조가 나타날 수 있으며, 성장기판(100)은 완전히 제거된 것일 수 있다.
- [0045] 도 2 및 도 3c를 참조하면, 적색 LED 구조체(200A)를 개별 또는 어레이 단위의 적색 LED 단위체(200B)로 분리하는 단계를 포함할 수 있다(S20). 상기 분리된 개별 단위의 적색 LED 단위체(200B)의 크기는 2 내지  $100\mu m$ 일 수 있으며, 바람직하게는 5 내지  $10\mu m$ 일 수 있다. 또한, 적색 LED 단위체(200B)의 크기는 필요에 따라 변경될 수 있다.
- [0046] 또한, 상기 적색 LED 단위체(200B)로 분리하는 단계에서 표면에 노출된 광반응층(320)은 필요에 따라 제거될 수도 있으며, 상기 적색 LED 단위체(200B)로 분리한 이후, 필요에 따라, 표면에 노출된 제1 반도체층(210)상에 제1 반도체 전극(미도시)이 형성될 수 있다.
- [0047] 나아가, 개별 또는 어레이 단위의 적색 LED 단위체(200B)로 분리한 이후, 적색 LED 단위체(200B)의 동작 여부를 확인하여 불량 여부를 판별하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0048] 상술한 공정들이 원활하게 진행되기 위해 상기 지지기판(300)은 성장기판(100)이 적색 LED 구조체(200A)로부터 분리되는 단계에 대해서 물리적·화학적 안정성을 가져야 하며, 적색 LED 구조체(200A)를 개별 또는 어레이 단위로 분리하여, 적색 LED 단위체(200B)를 형성하는 단계에 대해서도 손상이 발생되지 않는 물리적·화학적 안정성을 가질 필요가 있다. 따라서, 지지기판(300)의 재료는 각각의 공정에 따른 안정성을 구비하는 것으로 선택할 필요가 있다.
- [0049] 일 예로서, 상기 적색 LED 구조체(200A)로부터 성장기판(100)의 분리 공정을 습식 식각 공정으로 실시한 경우, 지지기판(300)은 산성 용액에 강한 물성을 가짐으로써 식각되지 않을 필요가 있으며, 상기 적색 LED 구조체(200A)를 개별 또는 어레이 단위로 분리 공정을 에칭 공정으로 실시한 경우, 지지기판(300)의 손상이 최소화되거나 또는 손상이 발생되지 않는 재질을 이용할 필요가 있다.

- [0050] 상술한 과정을 통해, 성장기관(100) 상에서 단결정 성장된 에피택셜층들은 개별 또는 어레이 단위로 분리될 수 있다.
- [0052] 도 2, 도 3d 및 도 3e를 참조하면, 상기 적색 LED 단위체(200B)를 선택적으로 이송기관(400)에 전사하는 제2 전사 단계를 포함할 수 있다(S30). 자세하게는, 상기 개별 또는 어레이 단위로 분리된 적색 LED 단위체(200B)는 이송기관(400)에 부착된 후, 지지기관(300)으로부터 적색 LED 단위체(200B)가 분리되는 것일 수 있다.
- [0053] 상기 제2 전사 단계는, 이전 단계에서 적색 LED 구조체(200A)가 개별 또는 어레이 단위의 적색 LED 단위체(200B)로 분리됨에 따라, 상기 적색 LED가 개별 또는 어레이 단위로 전사될 수 있다. 이는 제2 전사 단계가 개별화된 적색 LED 단위체(200B)를 선택적으로 전사할 수 있음을 의미한다.
- [0054] 따라서, 개별화된 적색 LED 단위체(200B)는 테스트를 통해 불량 여부를 판단할 수 있으므로, 양품으로 판정된 적색 LED 단위체(200B)만을 선택하여 이송기관에 전사함이 바람직하다.
- [0055] 제2 전사 단계에서 적색 LED를 전사시키고자 하는 기관인 이송기관(400)은 이송기관 본체(410)와 접착층(420)을 포함할 수 있으며, 상기 제 2 전사 단계는 상기 이송기관 본체(410) 상에 접착층(420)을 형성하고, 접착층(420)에 적색 LED 단위체(200B)를 선택적으로 전사하는 것일 수 있다.
- [0056] 이송기관 본체(410)는 유연하게 잘 휘어지는 플렉서블(flexible) 재질이거나, 단단하게 경직되어 잘 휘어지지 않는 리지드(rigid) 재질일 수 있다. 일 예로서, PMMA, PI, PET, PO, PDMS, PU, 글래스, 사파이어 또는 쿼츠 등 일 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0057] 또한, 접착층(420)은 지지기관(300)에 부착된 적색 LED 단위체(200B)와 접촉함으로써, 적색 LED가 이송기관 본체(410)에 전사될 수 있는 것으로, 적색 LED가 용이하게 전사될 수 있는 재료로서 일정한 접착력을 가지는 PDMA, PI, PET, PO, PDMS, PU, 실리콘계의 접착제 또는 아크릴계의 접착제 등을 포함할 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0058] 이송기관(400)의 일 표면은 오목한 패턴 또는/및 볼록한 패턴을 가짐으로써, 요철 형상을 구비하는 것일 수 있다. 이 때, 상기 요철 형상의 크기는 상기 적색 LED 단위체(200B) 크기와 비슷하게 형성되도록 구현할 수 있다.
- [0059] 상기에서, 이송기관 본체(410)와 접착층(420)이 서로 다른 물질로 이루어질 경우, 이송기관 본체(410)의 일 표면은 오목한 패턴 또는/및 볼록한 패턴을 가질 수 있으며, 이에 따라 요철 형상을 갖는 이송기관 본체(410) 상에 접착층(420)이 형성되는 것일 수 있다. 또한, 상기 이송기관 본체(410)의 일 표면이 평평한 형상을 가질 경우, 이송기관 본체(410) 상에 일 표면이 오목한 패턴 또는/및 볼록한 패턴을 갖는 접착층(420)을 형성할 수 있다.
- [0060] 필요에 따라, 이송기관 본체(410)와 접착층(420)은 하나의 물질로 이루어짐으로써, 일체로 형성되는 것일 수 있다. 예를 들어, PDMS는 이송기관 본체(410) 및 접착층(420)의 역할을 모두 수행할 수 있다.
- [0061] 이와 같은 경우, 이송기관(400)의 일 표면이 평평한 형상을 가질 수 있으며, 오목한 패턴 또는/및 볼록한 패턴을 갖는 요철 형상일 수도 있다. 이 때, 상기 요철 형상의 크기는 상기 적색 LED 단위체(200B) 크기와 비슷하게 형성되도록 구현할 수 있다.
- [0062] 지지기관(300)으로부터 적색 LED 단위체(200B)의 분리 공정은 리프트 오프 또는 식각 공정 등 박막을 분리하기 위하여 통상적으로 이용될 수 있는 공정을 채용할 수 있으며, 공정은 지지기관(300)을 이루는 재료에 따라 적절하게 선택될 수 있다. 구체적으로, 리프트 오프는 레이저 리프트 오프(LLO) 공정일 수 있다. 레이저 리프트 오프 공정은 레이저를 조사하여 목표하는 박막을 분리하는 기술일 수 있다.
- [0063] 제2 전사 단계에서 지지기관(300)으로부터 적색 LED 단위체(200B)를 분리하고자 하는 경우, 지지기관(300)으로 일정 파장 범위의 광을 조사하는 경우, 광반응층(320)은 광에 반응하여 지지기관 본체(310)와 광반응층(320)의 접착력이 감소 또는 제거되며, 이 때, 지지기관(300)으로부터 적색 LED 단위체(200B)를 분리할 수 있다.
- [0064] 이 때, 지지기관(300)에 광을 조사함에 있어서, 조사 범위는 선택적일 수 있으며, 선택된 적색 LED 단위체(200B)에 한정하여 선택된 적색 LED 단위체(200B)와의 접착력을 감소 또는 제거시킬 수 있다. 따라서, 상기 테스트에 따라 불량인 적색 LED 단위체이거나 원하지 않는 적색 LED 단위체 범위에 대하여, 광을 조사하지 않음에 따라, 해당 범위에는 광반응층(320)의 접착력이 상실되지 않을 수 있다. 그 결과, 전사를 원하지 않는 개별 단

위의 적색 LED 단위체(200)는 지지기판(300) 상에 여전히 부착되어, 지지기판(300)과 함께 분리되어 제거될 수 있다.

- [0065] 또한, 광을 조사함에 따라, 광이 조사된 범위 내의 광반응층(320)의 접착력은 감소된 채로, 상기 광이 조사된 범위 내의 광반응층(320)은 제2 반도체층(230)의 하부에 일부 잔유물로서 잔존할 수 있다. 따라서, 이송기판(400)으로 적색 LED단위체(200B)를 전사단계를 거친 다음, 필요에 따라 제거될 수 있다.
- [0066] 나아가, 접착층(420)과 선택된 적색 LED 단위체(200B) 사이의 접착력은 상기 선택된 적색 LED 단위체(200B)와 광이 조사된 상기 광반응층(320) 사이의 접착력보다 클 수 있다. 또한, 광이 조사되지 않는 광반응층이 가지는 접착력은 접착층(420)이 가지는 접착력보다 높음이 바람직하다.
- [0068] 도 2, 도 3f 및 도 3g를 참조하면, 적색 LED 단위체(200B)가 상기 이송기판(400)으로부터 분리되고, 타겟기판(500)으로 전사되는 제3 전사 단계를 포함하는 것일 수 있다(S40). 이 때, 타겟기판(500) 상에 전도성 물질로 이루어진 전극(미도시)이 형성된 것일 수 있으며, 적색 LED 단위체(200B)는 전극에 부착되는 것일 수 있다.
- [0069] 상기 적색 LED 단위체(200B)와 타겟기판(500)의 접착력을 증가시키기 위하여, 일정한 크기의 압력과 온도를 가하여 접합시킬 수 있다.
- [0070] 이 때, 적색 LED 단위체(200B)로 분리된 이후에 제3 전사 단계가 이루어짐에 따라, 제3 전사 단계는 상기 적색 LED 단위체(200B)가 개별 또는 어레이 단위로 전사되는 것일 수 있다. 이는 제3 전사 단계가 개별화된 적색 LED 단위체(200B)를 선택적으로 전사할 수 있음을 의미한다.
- [0071] 또한, 전술한 바와 같이, 개별화된 적색 LED 단위체(200B)는 테스트를 통해 불량 여부를 판단할 수 있으므로, 이송기판에 전사된 적색 LED 단위체(200B)는 양품으로 판정된 것일 수 있다.
- [0072] 제3 전사 단계에서 적색 LED를 전사시키고자 하는 기관인 타겟기판(500)은 타겟기판 본체(510)와 본딩층(520)을 포함할 수 있다. 상기 타겟기판 본체(510) 상에 본딩층(520)을 형성함으로써, 선택된 적색 LED 단위체(200B)는 타겟기판 본체(510)에 최종적으로 실장되는 것일 수 있다.
- [0073] 상기에서, LED 중 특히 적색 LED 전사 방법에 대하여 설명한 것이나, 청색 또는 녹색 LED 전사 방법에 있어서도, 청색 또는 녹색 LED 소자를 구성하는 재료 및 이에 따른 공정을 적절하게 선택함으로써, 상기과 같은 방법을 이용하여 LED 소자의 전사를 수행할 수 있다.
- [0075] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 적색 LED 전사과정을 나타낸 것이다.
- [0076] 상기의 일 실시예에 적색 LED 전사과정에서 나타난 구성요소와 동일한 구성요소에 대하여 반복적인 설명을 생략한다.
- [0077] 도 4a 및 4b를 참조하면, 광반응층(320)을 이용하여 성장기판(100) 상에 형성된 상기 적색 LED 구조체(200A)를 지지기판(300)에 전사하는 제1 전사 단계를 포함할 수 있다(S10). 구체적으로, 적색 LED 구조체(200A)는 지지기판(300) 상에 접합된 후, 적색 LED 구조체(200A)로부터 성장기판(100)이 분리되는 것일 수 있다.
- [0078] 상기 적색 LED 구조체(200A)와 지지기판(300)의 접착력을 증가시키기 위하여, 일정한 크기의 압력과 온도를 가하여 접합시킬 수 있다. 일 예로서, 1 bar 및 200℃에서 부착시킬 수 있다.
- [0079] 또한, 적색 LED 구조체(200A)로부터 성장기판(100)의 분리 공정의 경우, 리프트 오프 또는 식각 공정 등 박막을 분리하기 위하여 통상적으로 이용될 수 있는 공정을 채용할 수 있으며, 공정은 성장기판(100)을 이루는 재료에 따라 적절하게 선택될 수 있다. 구체적으로, 식각 공정은 건식 식각(Dry Etching) 또는 습식 식각(Wet Etching)을 이용할 수 있다.
- [0080] 상기 과정을 통해 지지기판 본체(310) 상에는 광반응층(320), 제2 반도체층(230), 활성층(220) 및 제1 반도체층(210)이 순차적으로 형성된 구조가 나타날 수 있으며, 성장기판(100)은 완전히 제거된 것일 수 있다.
- [0082] 도면 4c를 참조하면, 적색 LED 구조체(200A)를 개별 또는 어레이 단위의 적색 LED 단위체(200B)로 분리하는 단계를 포함할 수 있다(S20).

- [0083] 또한, 상기 적색 LED 단위체(200B)로 분리하는 단계에서 표면에 노출된 광반응층(320)은 필요에 따라 제거될 수도 있으며, 상기 적색 LED 단위체(200B)로 분리한 이후 필요에 따라 표면에 노출된 제 1반도체층(210)상에 제 1 반도체 전극(미도시)이 형성될 수도 있다.
- [0084] 나아가, 개별 또는 어레이 단위의 적색 LED 단위체(200B)로 분리한 이후, 적색 LED 단위체(200B)의 동작 여부를 확인하여 불량 여부를 판별하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0085] 상술한 과정을 통해, 성장기판(100) 상에서 단결정 성장된 에피택셜층들은 개별 또는 어레이 단위로 분리될 수 있다.
- [0087] 도 4d를 참조하면, 적색 LED 단위체(200B)는 에칭 공정을 통해 개별 칩으로 분리된 후, 평면도 상에서 제2 반도체층(230)의 일부가 상면에 노출될 수 있도록, 추가적으로 에칭함으로써, 적색 LED 단위체(200B)가 메사(mesa) 구조를 가질 수 있다.
- [0088] 즉, 도 3에서 적색 LED 단위체의 형태는 수직형(vertical type) 구조인 것과 달리, 적색 LED 단위체는 수평형(lateral type) 구조일 수 있다. LED 단위체의 형태의 차이에 따라, 전류를 주입하는 방식이 달라질 수 있으므로, 그에 따라 발광면적, 효율, 전류 분포 등의 LED의 성능이 제어될 수 있다.
- [0090] 도 4e 및 4f를 참조하면 상기 적색 LED 단위체(200B)를 선택적으로 이송기판(400)에 전사하는 제2 전사 단계를 포함할 수 있다(S30). 자세하게는, 상기 개별 또는 어레이 단위로 분리된 적색 LED 단위체(200B)는 이송기판(400)에 부착된 후, 지지기판(300)으로부터 적색 LED 단위체(200B)가 분리되는 것일 수 있다.
- [0091] 상기 제2 전사 단계는, 이전 단계에서 적색 LED 구조체(200A)가 개별 또는 어레이 단위의 적색 LED 단위체(200B)로 분리됨에 따라, 상기 적색 LED가 개별 또는 어레이 단위로 전사될 수 있다. 이는 제2 전사 단계가 개별화된 적색 LED 단위체(200B)를 선택적으로 전사할 수 있음을 의미한다.
- [0092] 따라서, 개별화된 적색 LED 단위체(200B)는 테스트를 통해 불량 여부를 판단할 수 있으므로, 양품으로 판정된 적색 LED 단위체(200B)만을 선택하여 이송기판에 부착함이 바람직하다.
- [0093] 제2 전사 단계에서 지지기판(300)으로부터 적색 LED 단위체(200B)를 분리하고자 하는 경우, 지지기판(300)으로 일정 파장 범위의 광을 조사하는 경우, 광반응층(320)은 광에 반응하여 지지기판 본체(310)와 광반응층(320)의 접착력이 감소되며, 이때 지지기판(300)으로부터 적색 LED 단위체(200B)를 분리할 수 있다.
- [0094] 이 때, 지지기판(300)에 광을 조사함에 있어서, 조사 범위는 선택적일 수 있으며, 선택된 적색 LED 단위체(200B)에 한정하여 선택된 적색 LED 단위체(200B)와의 접착력을 감소 또는 제거시킬 수 있다. 따라서, 상기 테스트에 따라 불량인 적색 LED 단위체이거나 원하지 않는 적색 LED 단위체 범위에 대하여, 광을 조사하지 않음에 따라, 해당 범위에는 광반응층(320)의 접착력이 상실되지 않을 수 있다. 그 결과, 전사를 원하지 않는 개별 단위의 적색 LED 단위체(200)는 지지기판(300) 상에 여전히 부착되어, 지지기판(300)과 함께 분리되어 제거될 수 있다.
- [0095] 또한, 광을 조사함에 따라, 광이 조사된 범위 내의 광반응층(320)의 접착력은 감소된 채로, 상기 광이 조사된 범위 내의 광반응층(320)은 제2 반도체층(230)의 하부에 일부 잔유물로서 잔존할 수 있다. 따라서, 이송기판(400)으로 적색 LED단위체(200B)를 전사단계를 거친 다음, 필요에 따라 제거될 수 있다.
- [0096] 나아가, 접착층(420)과 선택된 적색 LED 단위체(200B) 사이의 접착력은 상기 선택된 적색 LED 단위체(200B)와 광이 조사된 상기 광반응층(320) 사이의 접착력보다 클 수 있다. 또한, 광이 조사되지 않는 광반응층이 가지는 접착력은 접착층(420)이 가지는 접착력보다 높음이 바람직하다.
- [0098] 도 4g 및 도 4h를 참조하면, 적색 LED 단위체(200B)가 상기 이송기판(400)으로부터 분리되고, 타겟기판(500)으로 전사되는 제3 전사 단계를 포함하는 것일 수 있다(S40).
- [0099] 상기 적색 LED 단위체(200B)와 타겟기판(500)의 접착력을 증가시키기 위하여, 일정한 크기의 압력과 온도를 가하여 접합시킬 수 있다.

- [0100] 이 때, 적색 LED 단위체(200B)로 분리된 이후에 이루어짐에 따라, 제3 전사 단계는 상기 적색 LED 단위체(200B)가 개별 또는 어레이 단위로 전사될 수 있다. 이는 제3 전사 단계가 개별화된 적색 LED 단위체(200B)를 선택적으로 전사할 수 있음을 의미한다.
- [0101] 또한, 전술한 바와 같이, 개별화된 적색 LED 단위체(200B)는 테스트를 통해 불량 여부를 판단할 수 있으므로, 이송기관에 전사된 적색 LED 단위체(200B)는 양품으로 판정된 것일 수 있다.
- [0102] 제3 전사 단계에서 적색 LED를 전사시키고자 하는 기관인 타겟기관(500)은 타겟기관 본체(510)와 본딩층(520)을 포함할 수 있으며, 상기 타겟기관 본체(510) 상에 본딩층(520)을 형성함으로써, 선택된 적색 LED 단위체(200B)를 타겟기관 본체(510)에 최종적으로 실장할 수 있다.
- [0103] 상기 본딩층(520)은 에폭시 물질을 포함하는 것일 수 있다. 바람직하게는, 본딩층(520)로 광경화성 에폭시 물질을 이용함으로써, 적색 LED 단위체(200B)가 타겟기관(500)에 실장되는 속도를 높일 수 있다.
- [0104] 상기에서, LED 중 특히 적색 LED 전사 방법에 대하여 설명한 것이나, 청색 또는 녹색 LED 전사 방법에 있어서도, 청색 또는 녹색 LED 소자를 구성하는 재료 및 이에 따른 공정을 적절하게 선택함으로써, 상기와 같은 방법을 이용하여 LED 소자의 전사를 수행할 수 있다.
- [0106] 살펴본 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따라, LED는 수회차의 전사 과정을 거쳐 최종적으로 원하는 기관에 실장될 수 있다. 또한, LED의 전사 횟수를 제어함으로써, 최종적으로 원하는 기관에 최근접하여 부착되는 적색 LED의 반도체층을 선택할 수 있다.
- [0107] 구체적으로, 최종적으로 얻어지는 적색 LED는, 성장기관(100) 상에 최근접하여 집합되는 반도체층을 n형 반도체층 또는 p형 반도체층 중에서 선택함에 따라, 반도체 계면에서 발생하는 결함(defect)을 제어하여 최종적으로 얻어지는 적색 LED 구조에서 나타나는 취약성을 최소화할 수 있으며, 반도체층과 전극 간 접촉면적을 조절하여 LED 효율을 증가시킬 수 있다.
- [0108] 뿐만 아니라, 본 발명이 제공하는 일 실시예에 따른 전사 방법을 통해 마이크로 LED 칩을 선택적으로 분리할 수 있도록 하며, 경제적이고 단순화된 공정을 통해 마이크로 LED 칩을 고 정밀도로 전사할 수 있다.
- [0110] 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 적색 LED 전사 방법은 예시적인 것에 불과하며, 따라서 실리콘 또는 사파이어 기반의 청색 또는 녹색 LED 전사 공정에도 적용할 수 있고, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

## 부호의 설명

[0112] 100 : 성장기관

200A, 200B : 적색 LED

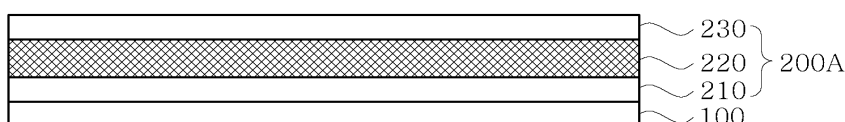
300 : 지지기관

400 : 이송기관

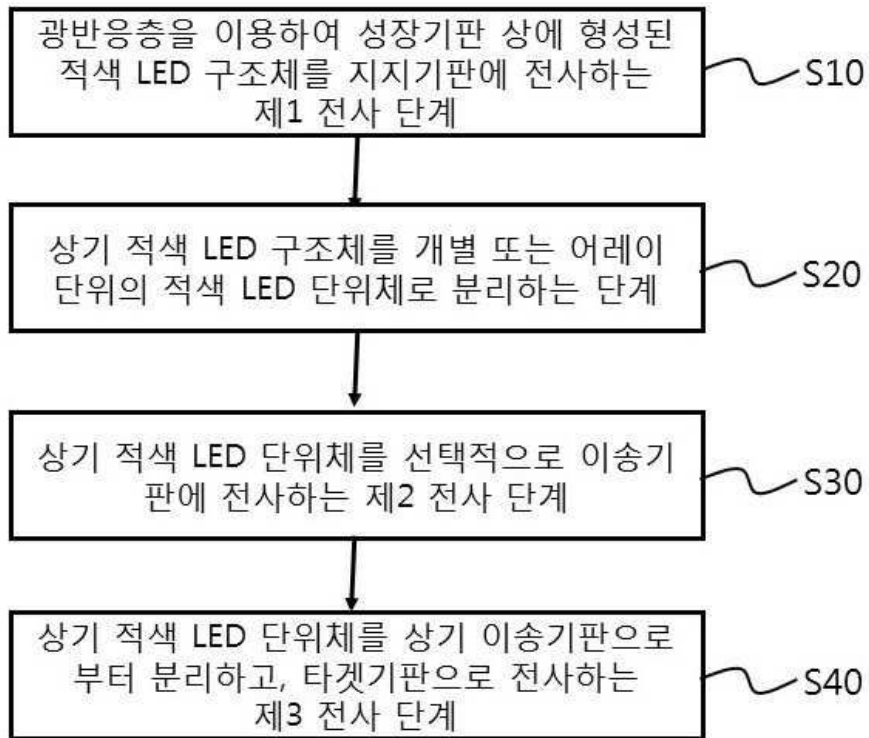
500 : 타겟기관

## 도면

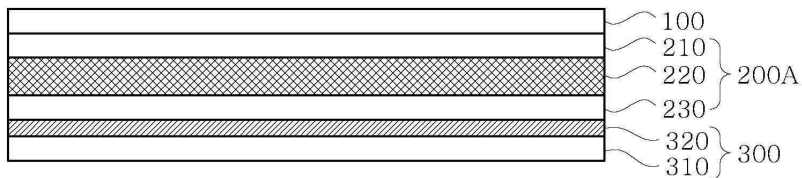
### 도면1



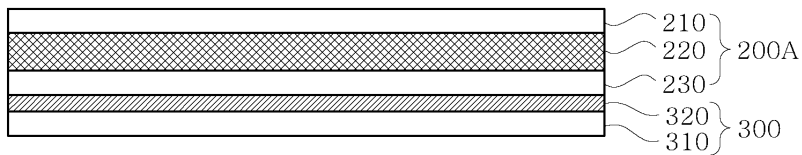
도면2



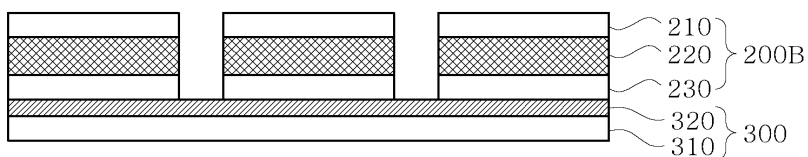
도면3a



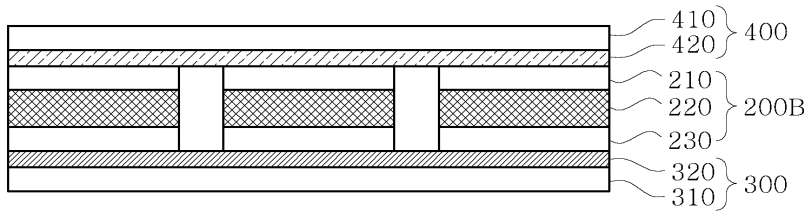
도면3b



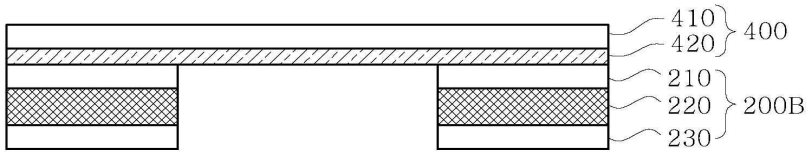
도면3c



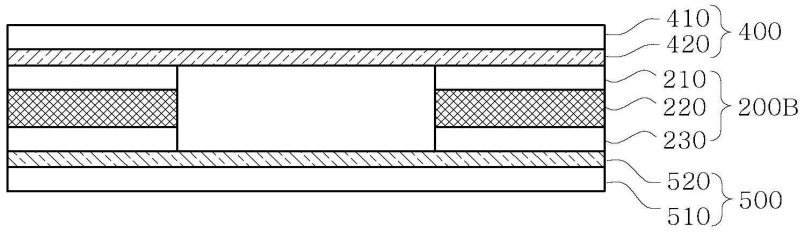
도면3d



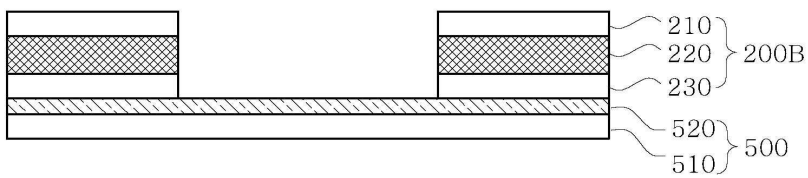
도면3e



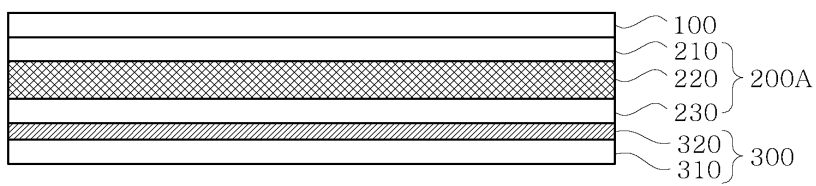
도면3f



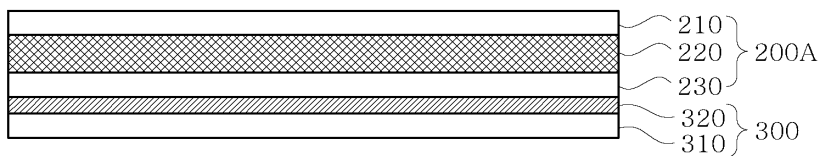
도면3g



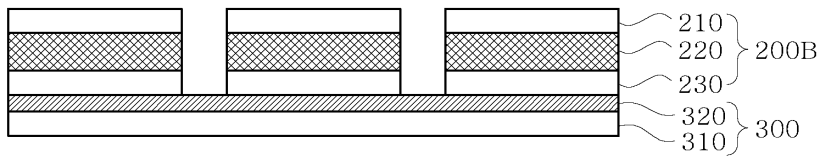
도면4a



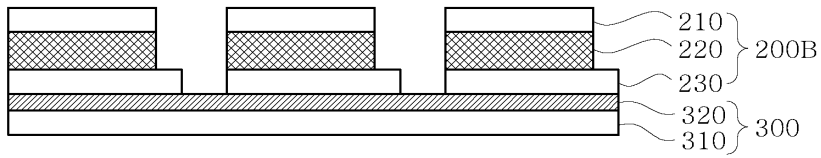
도면4b



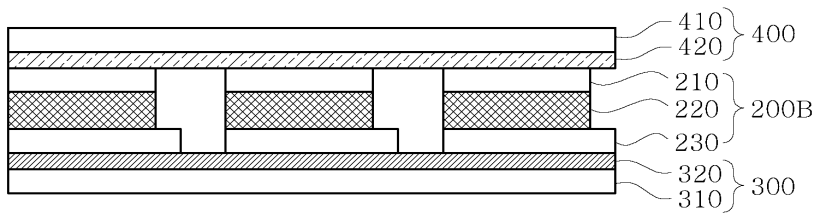
도면4c



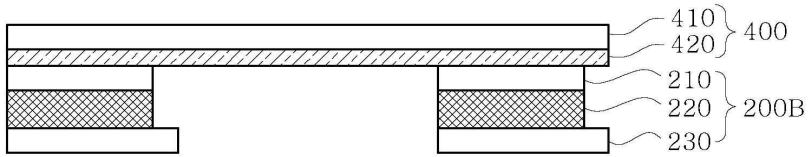
도면4d



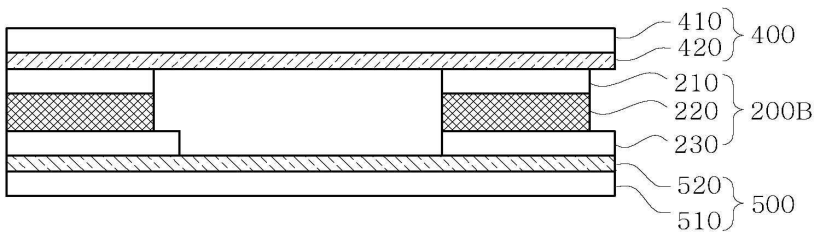
도면4e



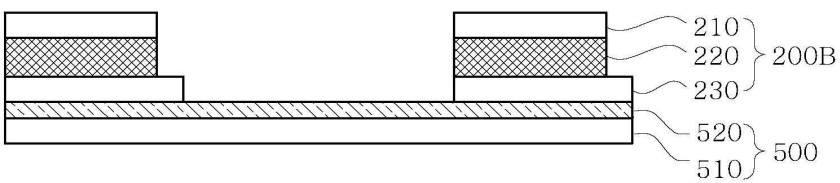
도면4f



도면4g



도면4h



|                |                                                                                                               |         |            |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 红色micro LED转移方法                                                                                               |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">KR1020200076233A</a>                                                                              | 公开(公告)日 | 2020-06-29 |
| 申请号            | KR1020180165127                                                                                               | 申请日     | 2018-12-19 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 韩国光技术院                                                                                                        |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 韩国光技术研究所韩元                                                                                                    |         |            |
| [标]发明人         | 정탁<br>오화섭<br>박준범                                                                                              |         |            |
| 发明人            | 정탁<br>오화섭<br>박준범                                                                                              |         |            |
| IPC分类号         | H01L21/67 H01L21/52 H01L21/677 H01L25/075 H01L33/00                                                           |         |            |
| CPC分类号         | H01L21/67144 H01L21/30604 H01L21/52 H01L21/67092 H01L21/67121 H01L21/67712 H01L21/67721 H01L25/0753 H01L33/00 |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>                                                                                     |         |            |

#### 摘要(译)

本发明涉及一种红色LED转移方法,其中,红色LED转移方法包括使用光反应层将形成在生长衬底上的红色LED结构转移到支撑衬底上的第一转移步骤,并且红色LED结构是单独的或阵列单元。分离成红色LED单元的第二转移步骤是将红色LED单元选择性地转移到转移基板,并且第三转移步骤是将红色LED单元与转移基板分离并将其转移到目标基板。也许因此,可以提供一种通过经济且简化的过程选择性地转移微红色LED芯片并以高精度转移它的方法。

